

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-286118

(P2001-286118A)

(43) 公開日 平成13年10月12日 (2001. 10. 12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 2 K 33/18

識別記号

F I

H 0 2 K 33/18

データベース(参考)

B 5 H 6 3 3

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-97865(P2000-97865)

(22) 出願日 平成12年3月30日 (2000. 3. 30)

(71) 出願人 000132725

株式会社ソディック

神奈川県横浜市都筑区仲町台3丁目12番1号

(72) 発明者 田嶋 知

福井県坂井郡坂井町長屋78番地 株式会社  
ソディック福井事業所内

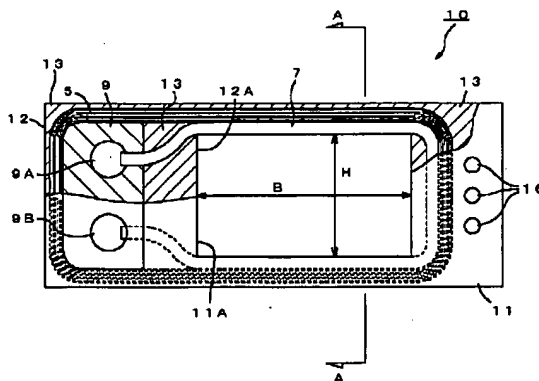
Fターム(参考) 5H633 BB02 GG03 GG04 HH02 HH05  
JA10 JB01

(54) 【発明の名称】 リニア直流モータ用1次側部材およびリニア直流モータ

(57) 【要約】

【課題】リニア直流モータのコイルを有する1次側部材の発熱防止手段として冷却効率の高い好適なものがなく、短ストロークながら低トルクリップルで、高応答の高速サーボ制御の性能を十分発揮させ得なかった。

【解決手段】センタヨークに貫挿して軸方向に移動自在に装着した筒状巻棒に導線を巻装してコイル体を構成したリニア直流モータの1次側部材において、前記1次側部材の巻棒が、長さ方向に冷却液が流通する通孔を幅方向に有する帯状をした扁平冷却管を前記センタヨーク装着形状に沿って折り曲げるとともに両端に設けられる冷却液の供給用と排出用のマニホールドが同じ側にあるように構成することにより形成され、前記コイルが、前記折り曲げられた扁平冷却管を巻棒として外周に長さ方向に沿い、前記マニホールドを圍繞して巻装されて成る構成の1次側部材。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 センタヨークに貫挿して軸方向に移動自在に装着した筒状巻棒に導線を巻装してコイルを構成したリニア直流モータの1次側部材において、

前記1次側部材の巻棒が、長さ方向に冷却液が流通する通孔を有する帯状をした扁平冷却管を前記センタヨーク装着形状に沿って折り曲げるとともに両端に設けられる冷却液の供給用と排出用のマニホールドが同じ側にあるように構成することにより形成され、

前記コイルが、前記折り曲げられた扁平冷却管を巻棒として外周に長さ方向に沿い、前記マニホールドを囲繞して巻装されて成ることを特徴とするリニア直流モータのコイルを有する1次側部材。

【請求項2】 互に対向して配置され、対向面の両方または一方に界磁形成用の永久磁石を取り付けたセンタヨークとアウトヨーク、および両者を端部において磁気回路を形成するように結合するサイドヨークとから成る2次側部材と、

前記センタヨークに前記対向方向と直角な軸方向に移動自在に貫挿装着した巻棒に励磁コイルを巻装して成る1次側部材とから構成されるリニア直流モータにおいて、前記1次側部材の巻棒が、長さ方向に冷却液が流通する通孔を有する帯状をした扁平冷却管を前記センタヨーク装着形状に沿って折り曲げるとともに両端に設けられる冷却液の供給用と排出用のマニホールドが同じ側にあるように構成することにより形成され、

前記励磁コイルが、前記折り曲げられた扁平冷却管を巻棒として外周に長さ方向に沿い、前記マニホールドを囲繞して巻装されて成ることを特徴とするリニア直流モータ。

【請求項3】 センタヨークとこれを挟んで両側に対称に対向して配置されるアウトヨークと、両者を端部において磁気回路を形成するように結合するサイドヨークと、前記センタヨークとアウトヨークの各対向面の両方または一方に取り付けた界磁形成用の永久磁石とから成る2次側部材と、

前記センタヨークに前記対向方向と直角な軸方向に移動自在に貫挿装着した巻棒に励磁コイルを巻装して成る1次側部材とから構成されるリニア直流モータにおいて、前記1次側部材の巻棒が、長さ方向に冷却液が流通する通孔を有する帯状をした扁平冷却管を前記センタヨーク装着形状に沿って折り曲げるとともに、両端に設けられる冷却液の供給用と排出用のマニホールドが同じ側にあるように構成することにより形成され、

前記励磁コイルが、前記折り曲げられた扁平冷却管を巻棒として外周に長さ方向に沿い、前記マニホールドを囲繞して巻装されて成ることを特徴とするリニア直流モータ。

【請求項4】 前記1次側部材の巻棒は、さらに前記供給用と排出用のマニホールドが一体にして構成され、また

扁平冷却管から成る巻棒の幅方向の両側にセンタヨーク貫挿開口を有する保護用側板が設けられ、そしてさらに当該1次側部材は全体を熱硬化性合成樹脂により一体にモールドして成ることを特徴とする前記請求項1、2、または3に記載のリニア直流モータ、またはその1次側部材。

【請求項5】 前記扁平冷却管の長さ方向に冷却液が流通する通孔が、幅方向に多列でほぼ平行の複数の通孔として形成されたものであることを特徴とする前記請求項1、2、3、または4に記載のリニア直流モータ、またはその1次側部材。

【請求項6】 前記扁平冷却管がアルミニウム合金材から成ることを特徴とする前記請求項1、2、3、4、または5に記載のリニア直流モータ、またはその1次側部材。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、センタヨークとアウトヨークとの間に形成される磁界中に配置された励磁コイルが、供給される電流に応じ、センタヨークに沿って移動するリニア直流モータ、特に前記励磁コイルを有する1次側部材の構成に関する。

【0002】

【従来の技術】近時、工作機械で、サドルやテーブルあるいはラムを移動軸として駆動制御するのにリニアモータの使用が増えてきている。このような軸送り装置は、従来型の回転形モータとボールねじおよびナットを使用して軸移動の制御をする軸送り装置と異なり、高応答および高加速度での高速度移動と制御が可能なものとなってきている。このため、このような被制御移動軸は、3次元測定機から各種工作機械、および各種産業の搬送装置等における軸送り装置として採用されるようになってきている。

【0003】このような状況の中、比較的小型の精密工作機械等は、比較的短いストロークでの高速のサーボ制御、および低トルクリップル性のリニアモータに対する要求が大きい。このような特性の要求に対するリニアモータとしては、アクチュエータとして制御しやすい特性を持っており、フィードバック要素を用いることによって高精度、高速駆動が容易に実現できる永久磁石型のリニア直流モータ(LDM)が適していると考えられ、その中でも、上述の要求に答えるものとして、巻回励磁コイルを有する1次側部材中に鉄芯を有しない所謂コアレスリニア直流モータが好適なものと考えられる。

【0004】斯種のリニア直流モータの1例として、例えば、図11に示す励磁コイル移動型のものがある。図において、1はセンタヨーク、2はアウトヨーク(図示の場合ボトムヨーク)、3はセンタヨーク1とアウトヨーク2間に所定の磁路を形成するために両端部において両者間に挟着されてボルト止め等で結合するサイドヨー

ク、4はアウトヨーク2のセンタヨーク1との対向面に、一方の磁極を対向方向に揃えた磁石片を移動方向に列設した永久磁石で、これらによりリニア直流モータの2次側部材が構成され、センタヨーク1とアウトヨーク2の対向間隙にモータ界磁が形成される。5はセンタヨーク1に移動方向に可動にヨーク1を筒状に取り囲んで装着される図示しないコイル巻棒に巻装される励磁コイルで、リニア直流モータの1次側部材を構成し、図示の場合この1次側部材が移動側で、励磁コイル5に供給される直流電流の大きさに応じた推力で、供給される直流電流の極性により移動の方向が切り換わって移動する。同じ移動方向に平行に、1次側部材および2次側部材間に別途に取り付けられたリニアエンコーダ等の直線位置検出装置によって位置信号が検出フィードバックされて制御される。

【0005】以上のような構成のリニア直流モータによれば、被駆動の移動部分の慣性質量が小さく、かつ励磁コイルのある1次側部材に鉄芯が存在しないので、2次側磁気回路による界磁が均一に形成される限りにおいては、コギングやトルクリップルはいずれも発生せず、その結果、高応答、高加速度で、高速移動による精密サーボ制御が可能となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この種のリニア直流モータにあっても、位置決め等の高速のサーボ制御を行うようにすると、1次側の励磁コイルが発熱することが避けられない。このため送り軸の制御機構が閉空間や狭い空間に閉じ込められた状態の配置になる場合には、発熱防止対策や、工夫した冷却手段等が必要となる。この種の発熱防止対策として、例えば特開平3-164,058号公報には、リニア直流モータの1つであるヴォイスコイルリニアモータのコイルとしてパイプ状の線材を用いて構成し、該パイプコイルに冷却液を流通させることが開示されている。しかしながら、現実的には、冷却液の流通を左右する内径（線径）や巻数が関係するコイル長さ等の問題があり、この目的に合う使用可能なパイプ状線材は入手が難しいものである。

【0007】そこで本発明は、このようなリニア直流モータにおいて、上述のようなリニア直流モータの性能利点を維持しながら高負荷状態での継続使用が可能な、1次側部材、特に励磁コイルに対する冷却効率が高い構成で、かつそれでいて製作の容易なリニア直流モータを提供すること、および、そのためのコイルを有する1次側部材を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前述の本発明の目的は、(1)センタヨークに貫挿して軸方向に移動自在に装着した筒状巻棒に導線を巻装してコイルを構成したリニア直流モータの1次側部材において、前記1次側部材の巻棒が、長さ方向に冷却液が流通する通路を有する帯状を

した扁平冷却管を前記センタヨーク装着形状に沿って折り曲げるとともに両端に設けられる冷却液の供給用と排出用のマニホルドが同じ側にあるように構成することにより形成され、前記コイルが、前記折り曲げられた扁平冷却管を巻棒として外周に長さ方向に沿い、前記マニホルドを圍繞して巻装されて成るリニア直流モータのコイルを有する1次側部材とすることにより達成される。

【0009】また、前述の本発明の目的は、(2)互に対向して配置され、対向面の両方または一方に界磁形成用の永久磁石を取り付けたセンタヨークとアウトヨーク、および両者を端部において磁気回路を形成するように結合するサイドヨークとから成る2次側部材と、前記センタヨークに前記対向方向と直角な軸方向に移動自在に貫挿装着した巻棒に励磁コイルを巻装して成る1次側部材とから構成されるリニア直流モータにおいて、前記1次側部材の巻棒が、長さ方向に冷却液が流通する通路を有する帯状をした扁平冷却管を前記センタヨーク装着形状に沿って折り曲げるとともに両端に設けられる冷却液の供給用と排出用のマニホルドが同じ側にあるように構成することにより形成され、前記励磁コイルが、前記折り曲げられた扁平冷却管を巻棒として外周に長さ方向に沿い、前記マニホルドを圍繞して巻装されて成るリニア直流モータとすることにより達成される。

【0010】また、前述の本発明の目的は、(3)センタヨークとこれを挟んで両側に対称に対向して配置されるアウトヨークと、両者を端部において磁気回路を形成するように結合するサイドヨークと、前記センタヨークとアウトヨークの各対向面の両方または一方に取り付けた界磁形成用の永久磁石とから成る2次側部材と、前記センタヨークに前記対向方向と直角な軸方向に移動自在に貫挿装着した巻棒に励磁コイルを巻装して成る1次側部材とから構成されるリニア直流モータにおいて、前記1次側部材の巻棒が、長さ方向に冷却液が流通する通路を有する帯状をした扁平冷却管を前記センタヨーク装着形状に沿って折り曲げるとともに、両端に設けられる冷却液の供給用と排出用のマニホルドが同じ側にあるように構成することにより形成され、前記励磁コイルが、前記折り曲げられた扁平冷却管を巻棒として外周に長さ方向に沿い、前記マニホルドを圍繞して巻装されて成るリニア直流モータとすることにより達成される。

【0011】また、前述の本発明の目的は、(4)前記1次側部材の巻棒は、さらに前記供給用と排出用のマニホルドが一体にして構成され、また扁平冷却管から成る巻棒の幅方向の両側にセンタヨーク貫挿開口を有する保護用側板が設けられ、そしてさらに当該1次側部材は全体を熱硬化性合成樹脂により一体にモールドして成る前記(1)、(2)、または(3)に記載のリニア直流モータ、またはその1次側部材とすることにより達成される。

【0012】また、前述の本発明の目的は、(5)前記

扁平冷却管の長さ方向に冷却液が流通する通孔が、幅方向に多列でほぼ平行の複数の通孔として形成されて成る前記(1)、(2)、(3)、または(4)に記載のリニア直流モータ、またはその1次側部材とすることにより達成される。

【0013】また、前述の本発明の目的は、(6)前記扁平冷却管がアルミニウム合金材から成る前記(1)、(2)、(3)、(4)、または(5)に記載のリニア直流モータ、またはその1次側部材とすることにより達成される。

【0014】

【発明の実施の形態】図1乃至図5で示す一実施例のリニア直流モータにより本発明を説明するに、図1の平面図と図2の側面図によって示すリニア直流モータの界磁形成用の磁気回路を形成する永久磁石側の2次側部材20は従来より公知の構成のもので、図3の平面図、図4の一部断面を含む側面図、および前記図4のA-A線に沿う図5の矢視断面図によって示すリニア直流モータの励磁コイルがある1次側部材10は、本発明の実施例構成の説明図となっている。

【0015】図1および図2で示す磁気回路を形成する2次側部材20は、前述従来例の1つとして示した図1の2次側部材が、片側アウトヨークの構成であったのに対し、センタヨーク1を上下に挟んで上下アウトヨーク2A、2Bが対称に対向して配置され、両者の両端部は勿論サイドヨーク3により磁気回路を形成するように結合して成り、センタヨーク1のアウトヨーク2A、2Bとの対向両面と前記アウトヨーク2A、2Bのセンタヨーク1との対向面には、それらの空隙間に界磁を形成するための永久磁石4A、または4Bが設けられている。

【0016】図示の2次側部材20の場合、永久磁石4Aと4Bとは、意図的に異なった形態のものとして図示されているが、リニアモータが特に短いストロークのもののあれば、上アウトヨーク2Aとこれに対向するセンタヨーク1の各対向面に異極を向かい合わせて接着してある永久磁石4Aのように、比較的薄手で長尺に形成した永久磁石材を板厚方向に着磁して使用し得るが、通常のストロークであれば下アウトヨーク2Bとセンタヨーク1の各対向面の永久磁石4Bのように、適宜の大きさの磁石片を隣り合う磁石片の同極が同一方向に向くように接着配置することによっても、所望磁場の界磁を形成させることができる。

【0017】そして、このようなリニア直流モータの発生推力(F)は、界磁の磁束密度(B)、コイル電流(I)、磁界中に置かれたコイルの有効長さ(L)、およびコイルの巻数(n)との積に比例するので、使用する永久磁石の種類や特性、およびモータとしての使用目的等に合わせて種々の磁気回路が用いられるものである。例えば、以下に説明する本発明において、前記2次

側部材20として、上述図2に示したアウトヨーク対称形のものに代えて、図11の片側アウトヨーク形のものを使用し得ること勿論である。

【0018】図3乃至図5の1次側部材10に於いて、7は長さ方向に冷却液が流通する通孔7aを、幅方向に多列でほぼ平行に有する全体としほぼ帯状をした、通常アルミニウム合金材の扁平冷却管で、前記幅としては好ましくは励磁コイル5を巻回する1次側部材10としてのコイル巻き幅以上を有し、センタヨーク1が貫挿して装着するようにヨーク1外周に沿って折り返されて、縦幅H、横幅Bの断面が長方形の筒状に形成される。そして、その扁平冷却管7の両端は、該1次側部材10の一方の側にあつて、冷却液の供給口9Aと排出口9Bが形成された、図示実施例では一体で、1つの供給用および排出用のマニホールド9に口付け等して連結され、上記扁平冷却管7は、励磁コイル5、即ち1次側部材10の冷却手段とコイル手段の巻枠を兼ねた構成となっている。

【0019】この図示実施例の場合、上述のように、上記扁平冷却管7としては、最良の実施の形態と思推されるものとして、冷却液が流通する通孔7aが、幅方向に多列で、互いにほぼ平行の分離した複数の通孔として形成されている場合のものを例示しているが、前記通孔7aは冷却液が全体的にほぼ均一に流れ得る状況にあれば、例えば、単一の扁平状通孔であっても良い。この通孔が扁平状の単一のものの場合、扁平冷却管を折り曲げるときに管が潰れないように、例えば、砂等の詰め物をする必要が生じたりするが、幅方向に多列に通孔7aを有するもの場合はその必要がなく、冷却能も幅方向にほぼ均等を保ちやすく好ましいものである。なお、本発明は、リニア直流モータおよびそのコイルを有する1次側部材を対象としているが、励磁コイル5に対して、オン・オフされる直流電流値が大きく、或いは更にそのオン・オフが高い周波数で繰り返されるような場合には、扁平冷却管7の冷却性能を増大させる必要があることは勿論、扁平冷却管7の通電発熱の防止に、冷却液の供給側と出口側の各マニホールドを別個に構成して、相互に離隔絶縁した配置構成とすることもあるものである。

【0020】そして、前記励磁コイル5は、折り屈げてほぼ長方形の筒状に形成された扁平冷却管7の外周に適宜の絶縁材を介装させた状態で、図示のように扁平冷却管7の長さの方向に沿うとともに、一方の端部にある断面蒲鉾形の柱またはブロック状マニホールド9を囲繞して所望に巻き重ねられる。そして励磁コイル5両端のリード線は、図示の場合、前記冷却管7のマニホールド9がある側と反対側に導出される。そして、さらに上述励磁コイル5と巻枠とされた扁平冷却管7を有する1次側部材10は、扁平冷却管7の幅方向の両側に、センタヨーク1の貫挿開口11A、12Aを有する、通常アルミニウム合金材製の保護用側板11、12が設けられ、一方

の側板11の巻枠外の端部領域に、前述コイル5両端のリード線が引き出される引出孔16が設けられる。なお、上述1次側部材10の各所の隙間部分にハッチングを施し、符号13が付してあるのは、後述するように全体をモールドして一体化する熱硬化性樹脂等の充填材である。なお、また、上記励磁コイルの導線としては、通常銅線の表面に樹脂を焼きつけたエナメル線を用いるものである。

【0021】次に、さらに図6を付加参照しつつ前述1次側部材10、さらにはリニア直流モータの製作方法につき説明する。まず所定の長さに切断された扁平冷却管7が、センタヨーク1挿通口に合わせて形成された型に型合わせされて、特に縦幅H寸法を所望に精密に折り曲げ成形される。そして、予め冷却液の供給口9Aと排出口9Bが空けられた断面溝鋸状で柱状のマニホルド9に前記成形された冷却管7の両端部が位置決め口付け連結される。

【0022】マニホルド9と冷却管7の廻りに励磁コイル5を絶縁紙等を介装させながら所定回数巻き重ね、端部のリード線2本と、保護接地線1本の計3本をマニホルド9の反対側に所定長引き出しておく。

【0023】次に、扁平冷却管7とマニホルド9とから成るコイル巻枠に励磁コイル5を巻いた1次側コイル体の両側部に保護用側板11、12を取り付けるに当たり、コイル体のセンタヨーク1に対する挿通口に図で見て上部が所定コイル体から突出した状態に後で取り外す中子14を挿設しておき、相対位置決めして固定する。図示の場合前述マニホルド9の上端（一方の側部）がコイル体から突出し、該突出部が一方の側板12の穴12Bに嵌合するように、また中子14の上部も側板12の開口12Aに嵌合するようにして、側板12の各開口穴12A、12Bが塞がるように位置決めする。さらに供給口9Aと排出口9Bのある図示下側のマニホルド9と前記中子14の下端部は、図3に示すように下部側板11に形成した各開口と穴11A、11Bに嵌着し、モールド用の位置決めと閉塞をしているのである。こうして、コイル体は、側板11、12および中子14とともに組み合わされる。そして、一方の側板11の端部に設けたリード線は引き出しておく。

【0024】以上の組み立て体を、側板11もしくは12の外径寸法に一致する内寸法の矩形枠体である樹脂モールド用外枠15に挿入嵌着させ、両側板11、12を前記外枠15の側面からボルト15Bをねじ込んで仮止める。

【0025】次いで、外枠15の適宜の位置に形成した注入孔15Aを上部位置とした状態で、熱硬化性樹脂、例えば、伝熱性も優れているエポキシ樹脂を注入し、コイル体と隙間との間に隙間なく行きわたらせ充填し、樹脂を熱硬化させる。次いで、中子14と外枠15を取り外すことにより1次側部材は出来上がることになる。

【0026】また、モータアッセンブリとしての組み立ては、2次側部材20のセンタヨーク1に、1次側部材10を貫挿装着し、センタヨーク1にサイドヨーク3を取り付け、さらにアウトヨーク2A、2Bを取り付けることによりリニア直流モータが得られるものである。

【0027】なお、実際の装置に搭載する際に、コイル体の1次側部材10が永久磁石の固定側2次側部材20に対して可動の場合は、励磁コイル5に給電するケーブルとマニホルド9を介しての扁平冷却管7への冷却液の給排配管は、可動体と固定側部材との間に連結されることになるが、可撓性のある支持部材によって保持される公知の手法によって容易に目的を達成することができる。また、上述の場合マニホルド9は、磁束が通る磁場中に位置するので、扁平冷却管7と同様磁束に殆ど影響を与えない常磁性体のアルミニウム合金材が用いられるが、冷却管7とマニホルド9の両方または一方を、極めて小さい負の磁化率のために磁束に殆ど影響を与えない反磁性体の銅合金等を用いることもできる。

【0028】図7乃至図10は、前述の如きリニア直流モータを、工作機械や測定装置等のベッド、サドル等の固定側部材とサドル、テーブル等の移動側部材間に組み込み構成した場合の一実施例で、図7は要部の平面図、図8は図7のB-B線に沿う矢視断面図、図9および図10は、図8のC-C線とD-D線に沿う各矢視断面図と矢視側面図である。なお、この組み込みの形態は、特にテーブル等の移動体が小さい場合に、テーブル等が軸受等を備えず、リニア直流モータ廻りで自立組み立てられる構成を例示しているものである。従ってテーブル等が軸支されていれば、この構造は不要である。

【0029】図に於いて、前述2次側部材20は、着脱を容易にするベースプレート17を介してベッド等の固定側部材18に取り付けられ、他方の1次側部材10は2次側部材20との干渉を防止する接続部材19を介してサドル等移動側部材21に連結される。前記接続部材19は、固定側部材18上に固定して取り付けられたリニアレール22Aと該レールに嵌挿案内されて移動するボールまたはローラ内臓の軸受22Bとから成る一対の直動軸受22にブラケット23を介して支持案内される。24は前記ブラケット23に取り付けられたリニアエンコーダ24Aと固定側取り付け部材に取り付けられたリニアスケール24Bとからなるリニア位置検出装置で、検出位置信号をNC装置にフィードバックし、NC装置が位置指令との偏差に応じ、リニアモータの1次側励磁コイルの電流を制御して、所定位置への移動を制御するものである。そしてかかる構成のものは、実際に取り付けられる装置においてはカバーの奥深くに装備されていて励磁コイル5を有する1次側部材10は奥まった、閉じた空間中の狭い隙間部分に配置されるから、充分な冷却手段なしでは、発熱条件で使用することは出来なかったのである。

【0030】なお、特開平9-154、272号公報には、リニアモータの冷却構造として、可動子側の突磁極部と、この突磁極部に巻回されるコイルとの間に、該突磁極部より熱伝導率が高いアルミニウム等の非磁性合金からなるボビンを介在させ、コイルからボビンに伝達された熱を冷却部材内の冷却用配管を流れる冷却液を介して外部に逃すように構成すること、そしてさらに、上記ボビン部を厚肉に構成して内部に冷却液流路を形成することも開示されているが、これは可動子の移動方向に並ぶ複数の突磁極部がある型式のリニアモータに適用可能な構成であって、前述本発明のリニア直流モータのコイルを有する1次側部材の構成等を開示しているものではない。

【0031】

【本発明の効果】以上詳述したように、本発明のリニア直流モータ、またはリニア直流モータのコイルを有する1次側部材によれば、所定の幅のある扁平冷却管を筒状の所定コイル巻棒形状に形成した冷却管上に励磁コイルを巻装する構成であるので、コイルが冷却管に広い領域で直接接触して冷却され、冷却効率が高く、高負荷で連続使用の可能な高性能のリニア直流モータ、またはそのコイルを有する1次側部材を得ることができる。そして、このコイルを有する1次側部材の構成は特に冷却に合目的的であって、製作も容易であり、短いストロークおよび低リップルでの高速サーボ制御用のリニア直流モータを得るのに適している。

【図面の簡単な説明】

【図1】リニア直流モータの2次側部材の1例の説明用平面図。

【図2】同説明用側面図。

【図3】リニア直流モータの1次側部材に係わる本発明

実施例の平面図。

【図4】同実施例の一部断面を含む側面図。

【図5】図4のA-A線に沿う矢視断面図。

【図6】本発明の一実施例の1次側部材の組み立ておよびモールドの状況を示す説明図。

【図7】リニア直流モータを工作機械等に直線送り駆動手段として組み込んだ実施例送り機構の要部平面図。

【図8】図7のB-B線に沿う矢視断面図。

【図9】図8のC-C線に沿う矢視断面図。

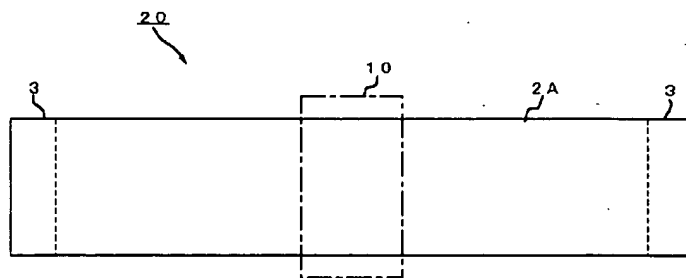
【図10】図8のD-D線側からの矢視側面図。

【図11】従来型のリニア直流モータの一例の要部を示す斜視図。

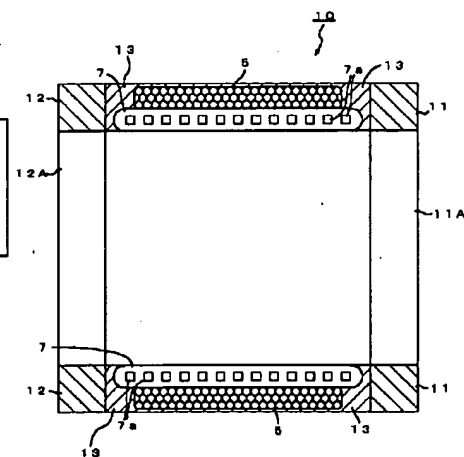
【符号の説明】

- |                    |           |
|--------------------|-----------|
| 10                 | 1次側部材     |
| 20                 | 2次側部材     |
| 1                  | センタヨーク    |
| 2, 2A, 2B          | アウトヨーク    |
| 3                  | サイドヨーク    |
| 4, 4A, 4B          | 永久磁石      |
| 5                  | 励磁コイル     |
| 7                  | 扁平冷却管     |
| 7a                 | 通孔        |
| 9                  | マニホルド     |
| 9A                 | 供給口       |
| 9B                 | 排出口       |
| 11, 12             | 保護用側板     |
| 11A, 11B, 12A, 12B | 開口        |
| 13                 | 充填材       |
| 14                 | 中子        |
| 15                 | 外枠        |
| 16                 | リード線引き出し孔 |

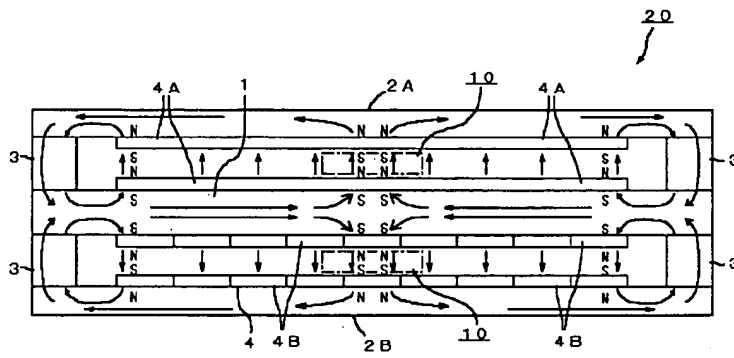
【図1】



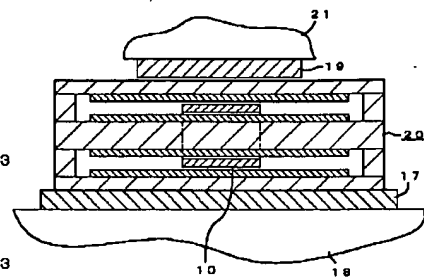
【図5】



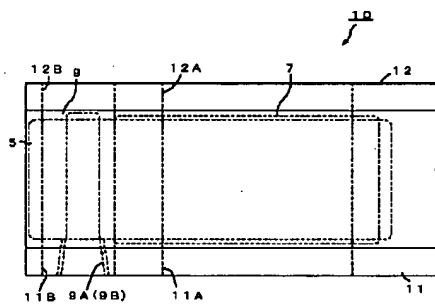
【図2】



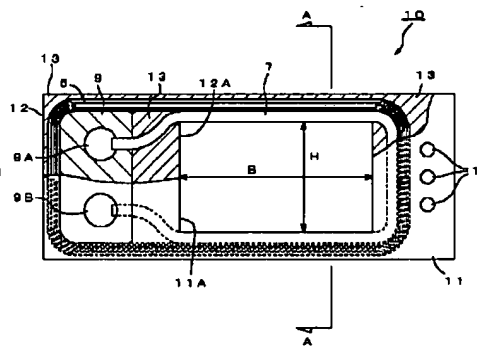
【図9】



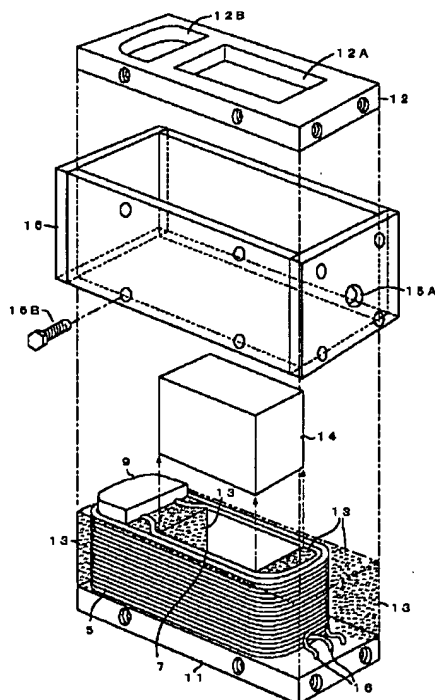
【図3】



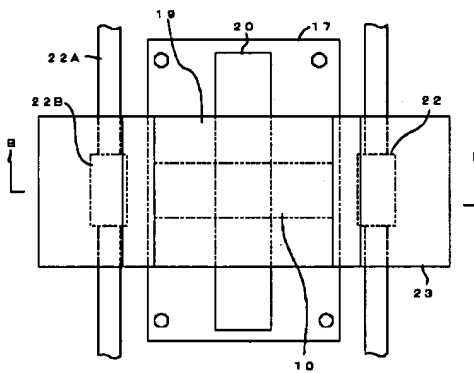
【図4】



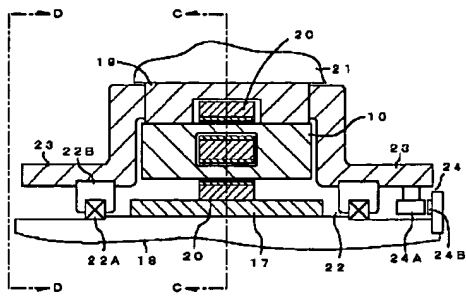
【図6】



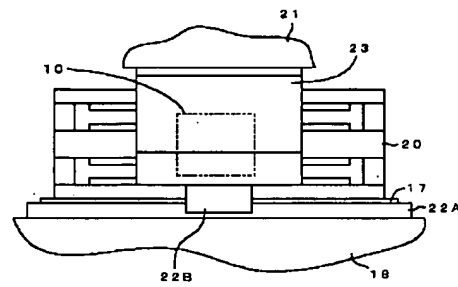
【図7】



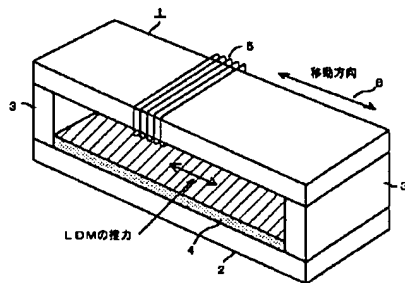
【図8】



【図10】



【図11】





PAT-NO: JP02001286118A

DOCUMENT-IDENTIFIER: **JP 2001286118 A**

TITLE: PRIMARY SIDE MEMBER FOR LINEAR DC  
MOTOR AND LINEAR DC  
MOTOR

PUBN-DATE: October 12, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TAJIMA, SATORU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SODICK CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2000097865

APPL-DATE: March 30, 2000

INT-CL (IPC): **H02K033/18**

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve a problem that a high-response and high-speed characteristic for a servo control could not have been fully exhibited under a low-torque ripple and a short stroke due without heat generation suppressing means suitable for a primary side member hitherto.

SOLUTION: In the primary side member for the linear DC motor wherein a coil is formed by winding a conductor on a cylindrical winding

bobbin penetrating a center toke and so movably attached as to travel to a shaft direction, the winding bobbin of the primary side member is formed such that a flat and strip-shaped cooling tube having a through hole in a width direction through which a coolant flows in a length direction is bent conforming to the shape of the center-yoke mounting, and such that manifolds for feeding and ejecting the coolant are so mounted at both sides as to position on the same side of the tube, and also such that the coil, surrounding the manifolds, is wound along in the length direction of the external periphery of the bent and flat tube that is used as the winding frame.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the configuration of the primary flank material which has the linear direct-current motor which the exiting coil arranged in the field formed between a center yoke and an outer yoke moves along with a center yoke according to the current supplied, especially said exiting coil.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although a migration shaft is set as a saddle, a table, or a ram and drive control is recently carried out with a machine tool, use of a linear motor has been increasing. Unlike the axial feed gear which controls axial migration using the rotation form motor, ball thread, and nut of a conventional type, such an axial feed gear is becoming the thing in which a high response, and high-speed migration and control with high acceleration are possible. For this reason, such a controlled migration shaft is increasingly adopted from a three-dimensional measuring machine as an axial feed gear in the transport device of various machine tools and various industries etc.

[0003] A comparatively small precision machine tool etc. has the large demand to the servo control of the high speed in a comparatively short stroke, and the linear motor of low torque ripple nature in such a situation. As a linear motor to a demand of such a property, it has the property which is easy to control as an actuator, and it is thought that high degree of accuracy and the linear direct-current motor (LDM) of the permanent-magnet type which a high-speed drive can realize easily are suitable, and it is considered a thing with the so-called core loess linear direct-current motor suitable in the primary flank material which has a winding exiting coil as what replies to an above-mentioned demand also in it which does not have an iron core by using a feedback element.

[0004] As one example of the linear direct-current motor of \*\*\*\*, there is a thing of the exiting coil migration mold shown in drawing 11. In drawing a center yoke and 2 1 An outer yoke (in the case of illustration bottom yoke), The side yoke which \*\* arrival is carried out and is combined by a bolt stop etc. among both in both ends in order that 3 may form a predetermined magnetic path between the center yoke 1 and an outer yoke 2, It is the permanent magnet which installed successively the pieces of a magnet which arranged one magnetic pole in the opposite direction in the migration direction to the opposed face with the center yoke 1 of an outer yoke 2, and the secondary member of a linear direct-current motor is constituted by these, and, as for 4, a motor field is formed in the opposite gap of the center yoke 1 and an outer yoke 2. It is the exiting coil around which the coil winding frame with which the center yoke 1 is equipped by surrounding York 1 in tubed movable in the migration direction, and which is not illustrated is looped, and 5 constitutes the primary flank material of a linear direct-current motor, and the direction of migration switches with the polarity of the direct current to which in illustration this primary flank material is a migration side, is a thrust according to the magnitude of the direct current supplied to an exiting coil 5, and is supplied, and it moves it. In the same migration direction, in parallel, between primary flank material and a secondary member, detection feedback is carried out and a position signal is controlled by straight-line location detection equipments, such as a

linear encoder attached separately.

[0005] According to the linear direct-current motor of the above configurations, the inertial mass of a driven migration part is small, and since an iron core does not exist in primary flank material with an exiting coil, in the limitation by which the field by the secondary magnetic circuit is formed in homogeneity, it does not generate, consequently each of cogging and torque ripples is a high response and high acceleration, and the precision servo control by high-speed migration of them becomes possible.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, even if it is in this kind of linear direct-current motor, if it is made to perform servo control of high speeds, such as positioning, it will not be avoided that the exiting coil by the side of primary generates heat. For this reason, when the controlling mechanism of a feed shaft becomes arrangement in the condition of having been shut up in a closed space or narrow space, exoergic preventive measures, the devised cooling means are needed. As this kind of exoergic preventive measures, it constitutes in JP,3-164,058,A, using a pipe-like wire rod as a coil of the voice coil linear motor which is one of the linear direct-current motors, and circulating the coolant to this pipe coil is indicated. However, acquisition is difficult for the usable pipe-like wire rod which has actually problems, such as coil length related to the bore (wire size) and number of turns which influence circulation of the coolant, and suits this purpose.

[0007] Then, in such a linear direct-current motor, maintaining the engine-performance advantage of the above linear direct-current motors, this invention is a configuration with the high cooling effectiveness over the primary flank material in which continuation use in the heavy load condition is possible, especially an exiting coil, and aims at, offering the easy linear direct-current motor of manufacture and yet, and offering the primary flank material which has a coil for it.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In the primary flank material of the linear direct-current motor which looped around lead wire the tubed winding frame with which the purpose of above-mentioned this invention was \*\*\*\*(ed) to (1) center yoke, and shaft orientations were equipped free [ migration ], and constituted the coil It is formed by constituting, as the manifold the object for supply of the coolant prepared in both ends while the winding frame of said primary flank material bends the flat cooling pipe which carried out band-like [ which has the through-hole to which the coolant circulates ] in accordance with said center yoke wearing configuration in the die-length direction, and for discharge is in the same side. Said coil is attained by considering as the primary flank material which has the coil of the linear direct-current motor around which surrounds said manifold on a periphery and it is looped along the die-length direction, and which changes by making said bent flat cooling pipe into a winding frame.

[0009] Moreover, the center yoke and outer yoke which the purpose of above-mentioned this invention countered (2) \*\*, has been arranged, and attached the permanent magnet for field formation in both or one side of an opposed face, And the secondary member which consists of the side yoke which combines both so that a magnetic circuit may be formed in an edge, In the linear direct-current motor which consists of primary flank material which loops around an exiting coil the winding frame which enabled \*\*\*\* wearing of the migration to said opposite direction and right-angled shaft orientations to said center yoke, and grows into it It is formed by constituting, as the manifold the object for supply of the coolant prepared in both ends while the winding frame of said primary flank material bends the flat cooling pipe which carried out band-like [ which has the through-hole to which the coolant circulates ] in accordance with said center yoke wearing configuration in the die-length direction, and for discharge is in the same side. Said exiting coil is attained by considering as the linear direct-current motor around which surrounds said manifold on a periphery and it is looped along the die-length direction and which changes by making said bent flat cooling pipe into a winding frame.

[0010] Moreover, the outer yoke which the purpose of above-mentioned this invention counters the symmetry on both sides of (3) center yoke and this at both sides, and is arranged, The side yoke which combines both so that a magnetic circuit may be formed in an edge, The secondary member which consists of the permanent magnet for field formation attached in both or one side of each opposed face

of said center yoke and outer yoke, In the linear direct-current motor which consists of primary flank material which loops around an exiting coil the winding frame which enabled \*\*\*\* wearing of the migration to said opposite direction and right-angled shaft orientations to said center yoke, and grows into it While the winding frame of said primary flank material bends the flat cooling pipe which carried out band-like [ which has the through-hole to which the coolant circulates ] in accordance with said pin center,large yoke wearing configuration in the die-length direction It is formed by constituting, as the manifold the object for supply of the coolant prepared in both ends and for discharge is in the same side. Said exiting coil is attained by considering as the linear direct-current motor around which surrounds said manifold on a periphery and it is looped along the die-length direction and which changes by making said bent flat cooling pipe into a winding frame.

[0011] moreover, the purpose of above-mentioned this invention -- (4) -- the winding frame of said primary flank material The side plate for protection which has pin center,large yoke \*\*\*\* opening is formed in the both sides of the cross direction of the winding frame which the manifold of further the for said object for supply and for discharge makes it one, and is constituted, and consists of a flat cooling pipe. And the primary flank material concerned is further attained by making the whole into the linear direct-current motor or its primary flank material of a publication the above (1) which carries out mold to one with thermosetting synthetic resin, and changes, (2), or (3).

[0012] moreover, the purpose of above-mentioned this invention -- (5) -- it is attained when the through-hole to which the coolant circulates in the die-length direction of said flat cooling pipe considers as the linear direct-current motor or its primary flank material of a publication the above (1) which is formed as two or more almost parallel through-holes, and changes in many trains crosswise, (2), (3), or (4).

[0013] moreover, the purpose of above-mentioned this invention -- (6) -- it is attained by considering as the linear direct-current motor or its primary flank material of a publication the above (1) with which said flat cooling pipe consists of aluminium alloy material, (2), (3), (4), or (5).

[0014]

[Embodiment of the Invention] the linear direct-current motor of one example shown by drawing 1 thru/or drawing 5 explaining this invention The secondary member 20 by the side of the permanent magnet which forms the magnetic circuit for field formation of the linear direct-current motor shown with the top view of drawing 1 and the side elevation of drawing 2 is the thing of a configuration better known than before. the top view of drawing 3 , and a part of drawing 4 -- the primary flank material 10 with the exiting coil of the linear direct-current motor shown with a side elevation including a cross section and the arrowed cross-section Fig. of drawing 5 which meets the A-A line of said drawing 4 serves as an explanatory view of the example configuration of this invention.

[0015] The secondary member 20 which forms the magnetic circuit shown by drawing 1 and drawing 2 As opposed to the secondary member of drawing 11 shown as one of the above-mentioned conventional examples having been the configuration of a single-sided outer yoke Up and down on both sides of the center yoke 1, vertical outer yoke 2A and 2B counter the symmetry, and are arranged. Both both ends change unitedly so that a magnetic circuit may be formed with the side yoke 3, of course. The permanent magnets 4A or 4B for forming a field among those openings are formed in the opposed face with outer yoke 2A of the center yoke 1, opposite both sides with 2B and said outer yoke 2A, and the center yoke 1 of 2B.

[0016] In the case of the secondary member 20 of illustration, permanent magnets 4A and 4B are illustrated as a thing of a intentionally different gestalt, but Like permanent magnet 4A which a linear motor opposes a unlike pole to each opposed face of the center yoke 1 which will counter upper outer yoke 2A and this if there is an especially short stroke, and has been pasted up, although it is comparatively thin, and the permanent magnet material formed in the long picture can be used, magnetizing it in the direction of board thickness If it is the usual stroke, the field of a request magnetic field can be made to form also by carrying out adhesion arrangement so that the like pole of the piece of a magnet which adjoins each other in the piece of a magnet of proper magnitude may be suitable in the same direction like bottom outer yoke 2B and permanent magnet 4B of each opposed face of the center yoke 1.

[0017] And since such a generating thrust (F) of a linear direct-current motor is proportional to the effective length (L) of the coil placed into the flux density (B) of a field, the coil current (I), and the field, and a product with the number of turns (n) of a coil, various magnetic circuits are used according to the class of permanent magnet to be used, a property, the purpose of use as a motor, etc. for example, the thing for which it replaces with the thing of the outer yoke symmetry form shown in above-mentioned drawing 2 as said secondary member 20 in this invention explained below, and the thing of the single-sided outer yoke form of drawing 11 can be used -- it is natural.

[0018] It is the flat cooling pipe of the usual aluminium alloy material which 7 made through-hole 7a to which the coolant circulates in the die-length direction in drawing 3 thru/or the primary flank material 10 of drawing 5 the whole which it has almost in parallel in many trains crosswise, and carried out band-like mostly. It has more than coil \*\*\*\*\* as primary flank material 10 which winds an exiting coil 5 preferably as said width of face, along with York 1 periphery, it is turned up so that the center yoke 1 may \*\*\*\* and it may equip, and the cross section of a dip H and Breadth B is formed in tubed [ rectangular ]. And in the illustration example in which the both ends of the flat cooling pipe 7 are in this one primary flank material 10 side, and feed hopper 9A and exhaust port 9B of the coolant were formed, it is one. It is connected by carrying out low attachment etc. to one object for supply, and the manifold 9 for discharge, and the above-mentioned flat cooling pipe 7 has composition which served as the winding frame of the cooling means of an exiting coil 5 10, i.e., primary flank material, and a coil means.

[0019] In the case of this illustration example, through-hole 7a to which the coolant circulates as what is \*\*\*\*(ed) as mentioned above with the gestalt of the best operation as the above-mentioned flat cooling pipe 7 is many trains crosswise, and has illustrated the thing in the case of being formed as two or more separated mutual almost parallel through-holes, but As long as said through-hole 7a is in the situation that the coolant may flow to homogeneity mostly on the whole, it may be a single flat-like through-hole, for example. When this through-hole of the shape of flat is single, and bending a flat cooling pipe, it will be necessary to carry out padding, such as sand, but so that tubing may not be crushed, and a case is [ that that need does not exist and cooling power also tends / mostly / to maintain \*\* etc. crosswise ] desirable although it has through-hole 7a in many trains crosswise. In addition, although this invention is aimed at the primary flank material which has a linear direct-current motor and its coil When the direct-current value turned on and off is large or the turning on and off is further repeated on a high frequency to an exiting coil 5 It is also a certain thing to constitute each manifold of an outlet side separately the supply side of the coolant in prevention of energization generation of heat of the flat cooling pipe 7, and to consider as the arrangement configuration which carried out the isolation insulation mutually as well as increasing the cooling engine performance of the flat cooling pipe 7.

[0020] And said exiting coil 5 is in the condition of having made the proper insulating material infixing in the periphery of the flat cooling pipe 7 formed in tubed [ of a chip box \*\*\*\*\* rectangle ], surrounds the column or the letter manifold 9 of a block of a cross-section boiled-fish-paste form in one edge, and rolls and puts it on a request while it meets in the die-length direction of the flat cooling pipe 7 like illustration. And in illustration, the lead wire of exiting coil 5 both ends is drawn by a side and the opposite side with the manifold 9 of said cooling pipe 7. And the side plates 11 and 12 for the protection of the product made from aluminium alloy material usually which has the \*\*\*\* openings 11A and 12A of the center yoke 1 are formed in the both sides of the cross direction of the flat cooling pipe 7, and, as for the primary flank material 10 which has the flat cooling pipe 7 further made into the shape of the above-mentioned exiting coil 5 and a winding frame, the drawer hole 16 with which the lead wire of the coil 5 above-mentioned both ends is pulled out by the edge field besides the winding frame of one side plate 11 is formed in them. In addition, hatching is performed to the clearance part of every place of the primary above-mentioned flank material 10, and fillers, such as thermosetting resin which carries out the mold of the whole and is unified so that it may mention later, have attached the sign 13. In addition, as a lead wire of the above-mentioned exiting coil, the enameled wire which was usually able to be burned in resin on the surface of copper wire is used again.

[0021] Next, it explains to the primary above-mentioned flank material 10 and a pan per manufacture

approach of a linear direct-current motor, carrying out addition reference of drawing 6 further. Mold doubling is carried out to the mold formed according to center yoke 1 insertion opening, and the flat cooling pipe 7 first cut by predetermined die length bends especially a dip H dimension to a request at a precision, and is fabricated. And positioning low attachment connection of the both ends of said fabricated cooling pipe 7 is carried out at the column-like manifold 9 by the shape of cross-section boiled fish paste for which feed hopper 9A and exhaust port 9B of the coolant were vacated beforehand. [0022] A total of three of two lead wire of the count volume pile of predetermined and an edge and one protective earth conductor are pulled out predetermined length to the opposite side of a manifold 9, making an exiting coil 5 infix the insulating paper etc. in the surroundings of a manifold 9 and a cooling pipe 7.

[0023] Next, in attaching the side plates 11 and 12 for protection in the both-sides section of a primary side coil object which wound the exiting coil 5 around the coil winding frame which consists of the flat cooling pipe 7 and a manifold 9, the core 14 which removes later is inserted in the condition that saw to insertion opening to the pin center, large yoke 1 of a coil object by a diagram, and the upper part projected from the predetermined coil object, and a relative-position arrangement is carried out and it fixes. In illustration, as the upper limit (one flank) of the above-mentioned manifold 9 fits into opening 12A of a side plate 12 also in the upper part of a core 14 as the projection from a coil object and this lobe fit into hole 12B of one side plate 12 and, it positions so that each opening holes 12A and 12B of a side plate 12 may be closed. Furthermore, the lower limit section of feed hopper 9A, the manifold 9 of the illustration bottom with exhaust port 9B, and said core 14 is attached in each opening and Holes 11A and 11B which were formed in the lower side plate 11 as shown in drawing 3, and it is carrying out positioning and the lock out for mold. In this way, a coil object is together put with side plates 11 and 12 and a core 14. And the lead wire prepared in the edge of one side plate 11 is pulled out.

[0024] The outer frame 15 for resin mold which is the rectangle frame of the inside dimension method which is in agreement with a side plate 11 or the outer-diameter dimension of 12 is made to carry out insertion attachment of the above assembly object, and from the side face of said outer frame 15, bolt 15B is thrust and it carries out [ tacking ] of the both-sides plates 11 and 12.

[0025] Subsequently, thermosetting resin, for example, the epoxy resin which is excellent also in heat-conducting characteristic, is poured in, where injected hole 15A formed in the proper location of an outer frame 15 is made into an up location, it spreads without a clearance between a coil object and a clearance, and it is filled up, and heat curing of the resin is carried out. Subsequently, primary flank material will be done by removing a core 14 and an outer frame 15.

[0026] Moreover, when the assembly as a motor assembly carries out \*\*\*\* wearing of the primary flank material 10, attaches the side yoke 3 in the center yoke 1 and attaches outer yoke 2A and 2B in the center yoke 1 of the secondary member 20 further, a linear direct-current motor is obtained.

[0027] In case it carries in actual equipment, the primary flank material 10 of a coil object receives the fixed side secondary member 20 of a permanent magnet. In addition, when movable Although feeding-and-discarding piping of the coolant to the cable which supplies electric power to an exiting coil 5, and the flat cooling pipe 7 through a manifold 9 will be connected between a movable object and a fixed side member, it can attain the purpose easily by the well-known technique held by supporter material with \*\*\*\*\*. Moreover, in an above-mentioned case, although the aluminium alloy material of paramagnetic material which hardly affects magnetic flux like the flat cooling pipe 7 is used since it is located all over the magnetic field along which magnetic flux passes, the copper alloy of the diamagnetic material which hardly affects magnetic flux for both or one side of a cooling pipe 7 and a manifold 9 for very small negative magnetic susceptibility etc. can also be used for a manifold 9.

[0028] Drawing 7 thru/or drawing 10 are one example at the time of incorporating and constituting the linear direct-current motor like the above-mentioned between fixed side members, such as beds, such as a machine tool and a measuring device, and a saddle, and migration flank material, such as a saddle and a table, and the arrowed cross-section Fig. where drawing 7 meets the top view of an important section, and drawing 8 meets the B-B line of drawing 7, drawing 9, and drawing 10 are each arrowed cross-section Fig. and view side elevations in alignment with the C-C line and D-D line of drawing 8. In

addition, a table etc. was not equipped with bearing etc. but the gestalt of this inclusion has illustrated the independence assembly \*\*\*\* configuration by the circumference of a linear direct-current motor, when especially mobiles, such as a table, are small. Therefore, this structure is unnecessary if the table etc. is supported to revolve.

[0029] In drawing, the above-mentioned secondary member 20 is attached in the fixed side members 18, such as a bed, through the base plate 17 which makes attachment and detachment easy, and the primary flank material 10 of another side is connected with the migration flank material 21, such as a saddle, through the connection member 19 which prevents interference with the secondary member 20. The supporting guide of said connection member 19 is carried out to the direct-acting bearing 22 of the pair which consists of bearing 22B of the ball which fit-in guidance is carried out and moves to linear rail 22A and this rail which were attached by fixing on the fixed side member 18, or roller internal organs through a bracket 23. It is linear location detection equipment which consists of linear encoder 24A attached in said bracket 23, and linear scale 24B attached in the fixed side attaching member, and 24 feeds back a detection position signal to an NC unit, and an NC unit controls the current of the primary side exiting coil of a linear motor according to deflection with a location command, and it controls migration in a predetermined location. and since the primary flank material 10 which covering is deep, and the thing of this configuration is boiled, is equipped in the equipment actually attached, and has an exiting coil 5 had been arranged at the slit part in the closed space which extended far back, if it had no sufficient cooling means, it was not able to be used on exoergic conditions.

[0030] in addition, to JP,9-154,272,A As cooling structure of a linear motor, between \*\*\*\*\* by the side of a needle, and the coil wound around this \*\*\*\*\* It constitutes so that the heat which the bobbin which consists of nonmagnetic alloys, such as aluminum with the heat conductivity higher than this \*\*\*\*\* , was made to intervene, and was transmitted to the bobbin from the coil may be missed outside through the coolant which flows piping for cooling in a cooling member, And although constituting the above-mentioned bobbin section heavy-gage, and forming a cooling liquid flow channel in the interior further is also indicated This is a configuration applicable to the linear motor of form with two or more \*\*\*\*\* located in a line in the migration direction of a needle, and is not indicating the configuration of the primary flank material which has the coil of the linear direct-current motor of above-mentioned this invention etc.

[0031]

[Effect of the Invention] As explained in full detail above, according to the primary flank material which has the coil of the linear direct-current motor of this invention, or a linear direct-current motor Since it is the configuration which loops around an exiting coil on the cooling pipe which formed the flat cooling pipe with predetermined width of face in the tubed predetermined coil winding frame configuration In a large field, a coil contacts a cooling pipe directly and is cooled, cooling effectiveness is high and the primary flank material which has the linear direct-current motor of the possible high performance of continuous duty or its coil with a heavy load can be obtained. And especially the configuration of the primary flank material which has this coil is pertinent to cooling, manufacture is also easy, and it is suitable for obtaining the linear direct-current motor a short stroke and for the high-speed servo controls in a low ripple.

---

[Translation done.]